الطبعة الثانية

الحواس الخمس في عالم الحيوان

حاسة السمع



العبيكان
Obeikan

بسم الله الرحمن الرحيم

الحواس الخمس في عالم الحيوان

حاسة السمع



العبيكان
Obeikan

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

لاماس، أندرو

حاسة السمع./ أندرو لاماس؛ تراجي فتحي - ط٢. - الرياض، ١٤٢٩هـ

٣٢ ص؛ ٢١ × ٢٤سم (سلسلة الحواس الخمس في عالم الحيوان)

ردمك: ١-٤٩٩-٥٤-٩٩٦٠-٩٧٨

١- السمع.   ٢- الحيوان - وظائف الأعضاء.   ٣- الحواس

أ- فتحي، تراجي (مترجم)   ب- العنوان   ج- السلسلة

ديوي ٥٩١، ١٨٢٥   ١٤٢٩/٢٥٢٩

رقم الإيداع: ١٤٢٩/٢٥٢٩

ردمك: ١-٤٩٩-٥٤-٩٩٦٠-٩٧٨

الطبعة الثانية

١٤٣١هـ/ ٢٠١٠م

الناشر: العبيكان للنشر

الرياض - شارع العليا العام - جنوب برج المملكة

هاتف ٢٩٣٧٥٧٤ / ٢٩٣٧٥٨١ فاكس ٢٩٣٧٥٨٨

ص. ب ٦٧٦٢٢ الرمز ١١٥١٧

التوزيع: مكتبة العبيكان

الرياض - العليا - تقاطع طريق الملك فهد مع العروبة

هاتف ٤١٦٠٠١٨ / ٤٦٥٤٤٢٤ فاكس ٤٦٥٠١٢٩

ص. ب ٦٢٨٠٧ الرمز ١١٥٩٥

Text: Andreu Llamas
Illustrations: Francisco Arredondo

1 3 5 7 9 8 6 4 2

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data
Llamas, Andreu.
[Oido. English]
Hearing / text, Andreu Llamas ; illustrations, Francisco Arredondo.
p. cm. — (The Five senses of the animal world)
Includes index.
Summary: Presents information on how the ear works, on the hearing ability of various mammals, birds, and insects, and on the secret language of elephants and whales.
ISBN 0-7910-3490-9. — ISBN 0-7910-3495-X (pbk.)
1. Hearing — Juvenile literature. 2. Ear—Juvenile literature. [1. Hearing. 2. Ear. 3. Senses and sensation.] I. Arredondo, Francisco, ill. II. Title. III. Series.
QP462.2.L6313 1996 95-14779
591.1'823—dc20 CIP
AC

المحتويات :

ترجمة: تراجي فتحي
الصف: ستامبا ـ القاهرة

السمع لدى الحيوانات الثديية

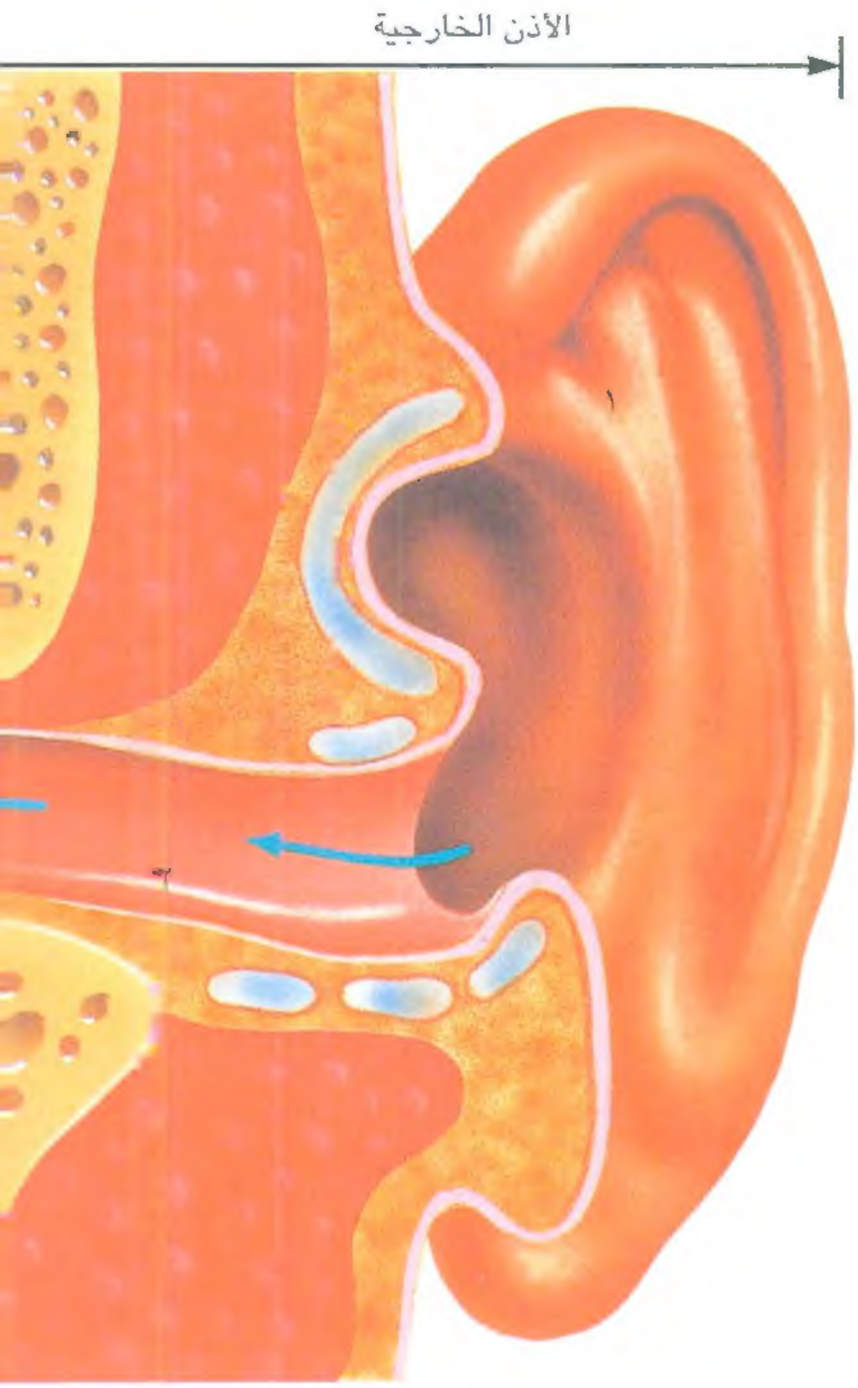
ألم تسأل نفسك أبداً كيف تعمل الأذن؟



يتكون الصوت من ذبذبات أو ضغط للهواء يصدر على شكل موجات.

ومن الممكن أن تنتقل تلك الموجات المضغوطة عبر الهواء أو الماء أو حتى الأجسام الصلبة. لذلك لا يمكن قصر تعبير «السمع» على إدراك الأصوات عبر الهواء فقط. فإنك عندما تغطس في حمام السباحة يظل بمقدورك سماع الأصوات المحيطة بك. والأذن هي العضو الحساس للصوت. إذ تستقبل الأذن الأصوات وتنقلها إلى المخ الذي يتعرّف ويحدد مصدرها ومعناها.

وعلى أية حال ربما تكتشف أحياناً ذبذبات لا تستطيع سماعها؛ ذلك لأن قدرة الإنسان على السمع تتمكن فقط من التقاط الأصوات المحصورة بين ذبذبات تقدر من ٢٠ إلى ٢٠ ألف ذبذبة في الثانية، بالرغم من أن أجسادنا قادرة على الإحساس بموجات الهواء المضغوط بذبذبات تقل عن الذبذبات التي تلتقطها على شكل أصوات.



توجد في الأذن الوسطى بعض العضلات التي تقوم بحماية الأذن من الضوضاء المفرطة، وذلك بتخفيضها. فالطيور والحيوانات الثديية - على سبيل المثال - تتجنب تخطي حدودها السمعية أثناء إصدار صرخاتها. ولكي تحقق ذلك تصاب بالصمم المؤقت.

ينتقل الصوت لدى الإنسان عبر القناة السمعية الخارجية إلى طبلة الأذن، ثم تنتقل الذبذبات إلى مجموعة من العظام الصغيرة في الأذن الوسطى تعمل كالعتلة، حيث تقوم بإطالة تلك الذبذبات. ويتلامس الركابي مع القنوات شبه الدائرية التي تقوم بدورها بنقل الذبذبات إلى السائل الذي يملأ تجويف قوقعة الأذن، حيث توجد خلايا ذات أهداب تستكشف الذبذبات الموجودة بالسائل، وتحولها إلى إشارات كهربائية تنتقل عبر الجهاز العصبي إلى المخ.



يعتمد تحديد اتجاه الصوت على الوضع المختلف للأذنين. إذ إن الصوت نفسه يصل إلى كل من الأذنين في توقيتين مختلفين. ثم يقوم المخ بمقارنة الإشارات ويتمكن الحيوان من تحديد موقع مصدر الصوت.

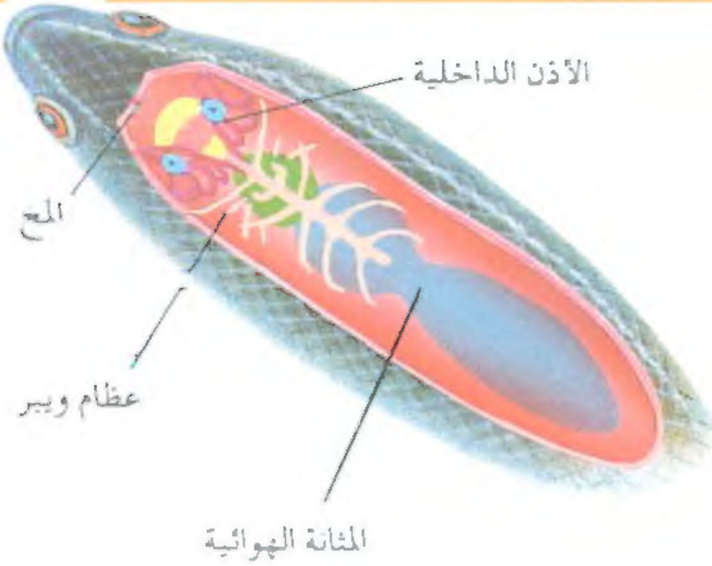
رسم تخطيطي لأذن الإنسان:

١ ـ الصوت. ٢ ـ قناة الأذن. ٣ ـ طبلة الأذن. ٤ ـ العظم المطرقي. ٥ ـ عظم السندان. ٦ ـ العُظَيم الركابي (أحد عظيمات ثلاثة في الأذن الوسطى). ٧ ـ القنوات شبه الدائرية. ٨ ـ القناة السمعية. ٩ ـ قوقعة الأذن. ١٠ ـ عصب القوقعة.





السمع لدى الأسماك



هل تعلم أن الأسماك تتمتع بحاسة سمع بالغة الكفاءة؟

عندما تسبح السمكة تؤدي حاسة السمع لديها وظيفتين: استقبال الأصوات، والحفاظ على توازن السمكة. إن أذن السمكة أبسط بكثير من أذن الإنسان؛ لأن السمكة تمتلك أذناً داخلية فقط ، تتكون من تجويف مملوء بسائل يقوم باستقبال الذبذبات الصوتية ثم نقل النبضات العصبية إلى المخ.

إنك تعلم أنه ليس للسمكة أذن خارجية؛ فهي لا تحتاج إلى الأذن الخارجية لأنها تتمتع بشفافية صوتية، بمعنى أنها ـ على العكس من الإنسان ـ تنفذ الذبذبات الصوتية بسهولة من جسدها وتصل مباشرة إلى الأذن الداخلية.

يتمتع ربع الأنواع المعروفة من الأسماك والتي يبلغ عددها عشرين ألف نوع بعضو سمع متحور. وفي تلك الأنواع ترتبط المثانة الهوائية بالأذن، حيث تقوم بأداء وظيفة طبلة الأذن لدى الإنسان. عندما تصطدم بها الذبذبات الصوتية تبدأ في التذبذب، ثم تنتقل تلك الذبذبات إلى الأذن عبر سلسلة من العظام الصغيرة القابلة للحركة ويطلق عليها عظام ويبر، وهي عبارة عن فقرات متحورة، وتعمل بنفس أسلوب العظام الصغيرة الموجودة في أذن الإنسان.

وتتمكن الأسماك التي تتمتع بمثل هذا الجهاز من استقبال ذبذبات أكثر كثافة من الأسماك الأخرى.

إن الأسماك التي تستخدم عظام ويبر والمثانة الهوائية هي أفضل الأسماك تمتعاً بحاسة السمع. كما أثبت العلماء أيضاً أن تلك الأسماك قادرة على إصدار الصوت





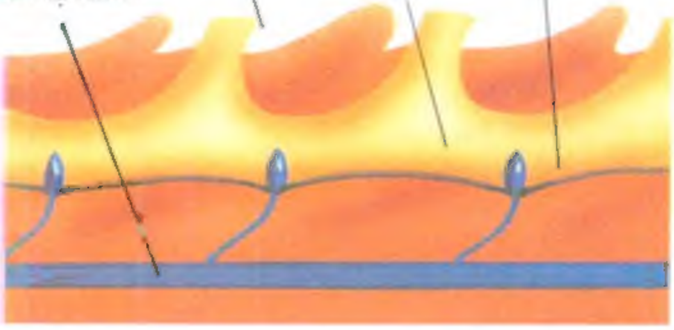
في الأسماك تقوم الذبذبات بتحريك كتلة من النسيج الجيلاتيني يوجد في الأذن الداخلية. وينتج عن حركات هذا النسيج تحريك شعيرات صغيرة حساسة، وخلق نبضات عصبية يتم إرسالها إلى المخ. تلك الأهداب الحساسة ناعمة ومرنة، ومن المثير للدهشة أنها شبيهة بالكتل العصبية في الخط الجانبي.



يتعين على السمكة تفسير كل الأصوات التي تستقبلها من ثلاث اتجاهات. ويساعدها جهازها السمعي على تكوين صورة ذات ثلاثة أبعاد للبيئة المحيطة بها.



الخط الجانبي لدى السمكة



هذا رسم توضيحي للخط الجانبي لدى السمكة. قد تكون المسام أكبر وأوضح لدى بعض الأسماك مثل ثعابين البحر أو أدق وأصعب تمييزاً لدى البعض الآخر.

هل تسمعنا السمكة عندما تكتشف خطواتنا على حافة الماء؟

في الواقع تنتقل الذبذبات الناتجة عن خطواتنا عبر الأرض والماء، ويتم استقبال هذا التردد المنخفض للذبذبات بواسطة أعضاء حساسة في الخط الجانبي لدى السمكة، بدلاً من استقبالها بواسطة الأذن.

إذن هل تسمع السمكة خطواتنا أو تحس بها؟ يعمل الخط الجانبي كحاسة سادسة لدى السمكة. وهو يمثل أهم عضو إدراكي لديها.

ويمكن مقارنة تركيب الخط الجانبي لدى السمكة بأذننا الداخلية. إذ يتكون من خلايا حساسة يطلق عليها الكتل العصبية، توجد على قنوات منتشرة من الرأس إلى الذيل، وتتفرع لتغطي الرأس أيضاً.

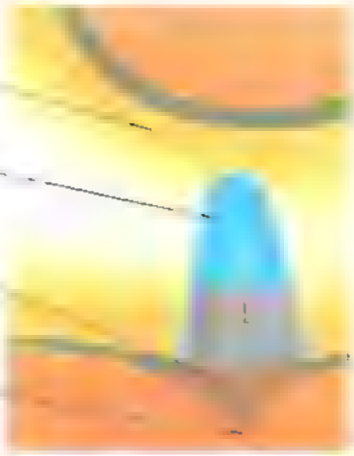
وتوجد تلك القنوات تحت الجلد مباشرة، وتنتشر عليها المسام أو تغطيها القشور المثقوبة المتحورة. وتعمل المسام على ضمان التلامس مع الماء. أثناء سباحة السمكة تصدر عن جسدها ذبذبات منخفضة التردد يطلق عليها (موجات ضغط). يمكن اكتشاف موجات الضغط هذه بواسطة الخط الجانبي مما يساعد السمكة على توجيه حركتها.

وتستخدم الأسماك المفترسة مثل أسماك القرش تلك الموجات لتحديد موقع الفريسة خارج مجال رؤيتها.

وتتمكن الأسماك من تلقي معلومات أكثر تفصيلاً إذا كانت الموجات صادرة عن مصادر توجد على نفس المستوى الأفقي للسمكة.



إن أسماك القرش مجهزة تماماً لاستقبال الذبذبات، حيث إن الخطوط الجانبية لديها تتمتع بآلاف الكتل العصبية.
تبعاً لنوع الموجات التي تستقبلها سمكة القرش تتمكن من تحديد ما إذا كانت صادرة عن فريسة جريحة أو عن سمكة في حالة صحية جيدة.



الكتل العصبية هي وحدات الاستقبال داخل الخط الجانبي. إن أية حركة في الماء بالقرب من السمكة تخلق موجة ضغط تقوم بإثارة المادة المخاطية داخل المسام والقنوات في الخط الجانبي، و أهداب الكتل العصبية أيضا التي تقوم بدورها بتحفيز الأعصاب وإرسال المعلومات إلى المخ.



غناء الضفادع

يعد صوت الحيوانات البرمائية من أقوى وأعلى أنواع الموسيقى الصادرة عن الطبيعة، حيث ترفع أصواتها بالغناء من أجل جذب الإناث.

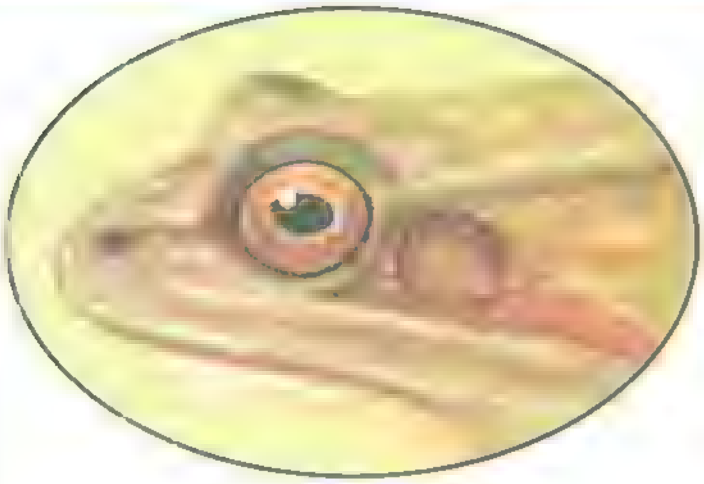
تعد الحيوانات البرمائية من أولى الحيوانات القادرة على إصدار الأصوات عن طريق استخدام جهازها التنفسي. إذ يتذبذب الهواء الخارج من الرئتين فوق الأحبال الصوتية ويجعلها تتذبذب هي الأخرى.

وتستطيع الضفادع تضخيم أصواتها بشكل مذهل بفضل وجود الأكياس الصوتية.

ولا بد أنك يوما ما وقفت بالقرب من بركة ماء، واستمعت إلى سيمفونية الألحان المزعجة والصرخات والصَّفير والنعيق الصادر عن ذكور الضفادع في محاولتها لجذب الإناث. ويتم إصدار معظم هذه الأصوات عادة بينما أفواه الضفادع مغلقة. ويتم انتشار الأصوات الفموية بواسطة بعض الأغشية المتذبذبة. وتصدر بعض أنواع الحيوانات البرمائية أصواتها في الهواء الطلق، وبعضها الآخر يصدره في الماء. بل بعض الذكور تصدر أصواتاً شبه مائية مثل: كلاك، كلاك، كلاك.

ولدى العديد من أنواع الحيوانات البرمائية يتحرك الغشاء المرن للحنجرة داخل كيس مركزي شفاف أو داخل كيسين جانبيين، حيث تعمل كالسماعات التي تكبر الصوت.

تتمتع معظم الضفادع بأذن وسطى، بالرغم من أن بعضها الذي يعيش في الجحور يفتقر إلى كل من طبلة الأذن والأذن الوسطى.



كما ترى هنا فإن غشاء طبلة الأذن واضح ومرئي وغير محمي لدى العديد من الحيوانات البرمائية.



يطلق هذا الذكر دعوة للتزاوج مضخمة بواسطة الكيس الوجني، ولا يشك الذكر في أن الأنثى سوف تسمع نداءه بوضوح.


الفتحة التي تصل
الكيس الوجني
التجويف الوجني

ماذا تسمع التماسيح ؟

تتمتع التماسيح بحاسة سمع حادة جداً، وبواسطتها تتلقى معلومات قيمة عن أية فريسة قريبة.

إن شكل أذن التمساح بالغ الغرابة والتفرد؛ فالقنوات السمعية الخارجية مغطاة بثنايا من الجلد تعمل على تقليل كمية الماء الداخلة إلى الأذن أثناء الغطس. وتتكون هذه الثنايا من غشاءين يبدوان كحراشيف ويمكن فتحهما وغلقهما بواسطة بعض العضلات المختصة. عندما يحتفظ التمساح برأسه فوق سطح الماء يندفع الغشاء السفلي للأمام وبذلك يبقي أخدوداً صغيراً مفتوحاً بين الغشاءين. وفي الأوقات الأخرى يتحرك الغشاء العلوي لأعلى وأسفل معرضاً مساحة كبيرة من طبلة الأذن للخارج، ولكن أثناء غطس التمساح يبقي كُلا من الغشاءين مغلقاً. وبهذا الأسلوب يحمي التمساح طبلة الأذن من الانفجار نتيجة ضغط الماء.

يتصف الجزء الداخلي من أذن التمساح بالغرابة والتفرد أيضا، حيث يتصل تجويفا طبلة الأذن بقناة تمر خلال المخ.

وهكذا تحتل الأصوات أهمية كبرى لدى التمساح وتتمتع التماسيح بحاسة سمع حادة، حتى إذا قورنت بحاسة السمع لدى العديد من أنواع الحيوانات الثديية والطيور.



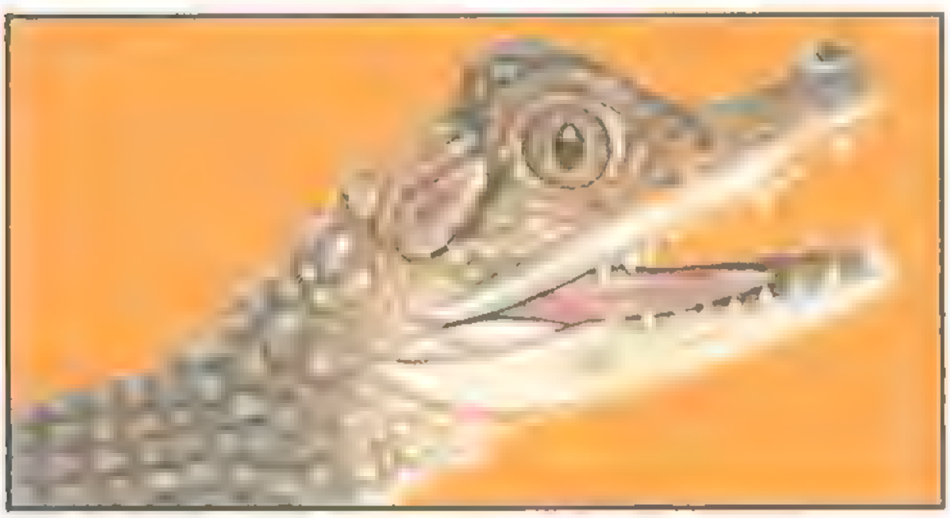


يبرز غشاء طبلة الأذن لدى العديد من الحيوانات البرمائية، مثل هذه السحلية ذات العينين الواقعتين فوق سطح الرأس.

عندما يبدأ التمساح في الغطس ينغلق الغشاءان ليحميا طبلة الأذن، ولكنه عندما يطفو فوق سطح الماء يبقى الغشاءان مفتوحين نصف فتحة ليتمكن من السماع بشكل أفضل.



التماسيح تطلق أصواتاً: تجأر الحيوانات البالغة من بعض أنواع التماسيح في موسم التزاوج، أما بعض الأنواع الأخرى فتصدر صفيرا لتبعد الغزاة، أما صغارها فتنتحب في نحيب لتلفت انتباه الكبار.





تجأر بعض ذكور التماسيح البالغة، وتضرب الماء بقوة بأجسادها وفكيها لكي تجذب الإناث وتبعد الغزاة.

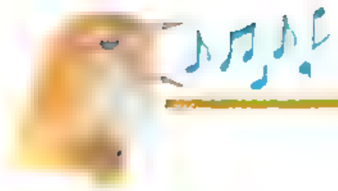
تتمتع بعض الطيور مثل الببغاوات وطيور العَيْنَة بقدرة فائقة على تقليد الأصوات التي تسمعها. وبمقدور ببغاء الأمازون تعلم أكثر من مائة كلمة مختلفة. وهنا يمكنك أن ترى كيف يبدو طائر مينة الهيمالايا.





مع اقتراب الأبوين من العش يبدأ الصغار في السقسقة بصوت عالٍ لجذب انتباههما، وتناولِ الطعام. أكثر الصغار جوعاً هو الذي يسقسق بصوت أعلى.





غناء الطيور

إن حاسة السمع لدى الطيور بالغة الحدة؛ فهي حساسة للذبذبات المنخفضة؛ وتؤدي دورًا بالغ الأهمية في حياة الطيور. وعلى أية حال فهي شديدة الاختلاف عن حاسة السمع لدى الحيوانات الثديية.

لا يوجد بأذن الطائر جزء خارجي، بل قناة بسيطة وقصيرة نسبياً، توجد فتحتها تحت الريش الذي يحمي مدخلها. وتمتلك البومة ثنايا جلدية تعمل على إغلاق فتحة الأذن، بل بإمكان إحدى الثنايا التمدد لالتقاط الأصوات الآتية من الخلف!

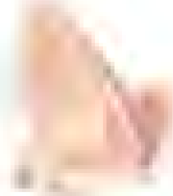
لا تمتلك الطيور سلسلة من العظام الصغيرة بين طبلة الأذن والقنوات شبه الدائرية، كما لدى الحيوانات الثديية، بل تمتلك قضيباً صغيراً بعضه من العظم والبعض الآخر من الغضروف، يطلق عليه العمود، وهو شبيه بالعُظَيْم الركابي لدى الحيوانات الثديية. ويستخدم في نقل الذبذبات الصوتية إلى الأذن الداخلية.

إن حاسة السمع لدى الطيور شديدة الشبه بحاسة السمع لدى الإنسان. والطيور ماهرة أيضاً في تحديد مصدر الصوت. ويتكيف الجهاز السمعي للطيور تماماً مع أسلوب حياتها. وبعكس الحيوانات الثديية، تتمتع الطيور بمجال سمعي أقل، ولكن بمقدورها اكتشاف الأصوات بسرعة أكبر.

وهناك أيضاً علاقة بين الأصوات التي يتم إصدارها بشكل مستمر وقدرة الأذن على استقبالها. وقد وجد هذا التعود في العلاقة بين الصغير وأبويه. فالدجاجة ـ على سبيل المثال ـ حساسة للغاية لصراخ صغارها الحاد، بينما الصغار تسمع نداءات أمها العميقة أكثر من أي شيء آخر.



هل تعلم أن هناك بعض أنواع الطيور التي تفضل الغناء في ثنائيات؟ فالذكر والأنثى يغنيان ألحاناً مختلفة ويتناوب كل منهما الغناء بكل دقة. ويمكنك أن ترى هنا زوجاً من طيور القَرْزَبيل، تستطيع الأنثى الغناء ولكن بصوت أضعف كثيراً من صوت الذكر.





رادار الوطواط

هل تعلم أن بعض الحيوانات الفقارية تحصل على المعلومات من انعكاسات أو صدى الأصوات التي تصدرها.

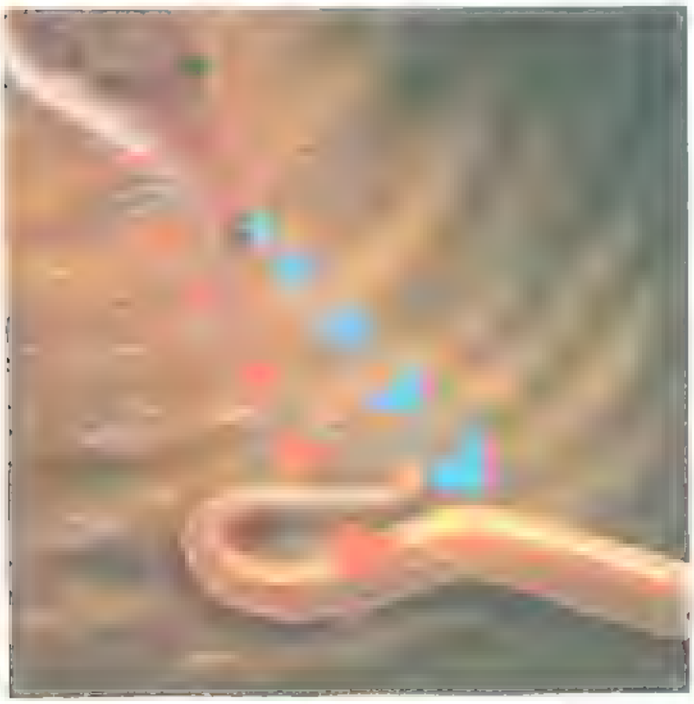
تعرف هذه الظاهرة بتحديد الموقع عن طريق الصدى وهي على درجة كبيرة من المقدرة لدى الوطاويط والحيتان والدلافين وحيوانات الزَّبابة وبعض الطيور. عندما يطير الوطواط في الظلام يطلق نبضات صوتية يطلق عليها موجات فوق صوتية، وهي غير مسموعة من الإنسان، حيث إن ترددها ما بين ٢٥ ألف و ٥٠ ألف دورة في الثانية. تدوم كل نبضة ما بين ١٠و ١٥ ميلليثانية، ويمكن إصدار ٥ نبضات في الثانية.

ويحصل الوطواط على المعلومات الخاصة بالبيئة المحيطة به من صدى الصوت، وبذلك يتفادى الاصطدام بأي حاجز. لو اقترب الوطواط من شيء مثير للاهتمام، مثل حشرة طائرة، يزداد عدد النبضات التي يصدرها إلى ٢٠٠ نبضة في الثانية! وكلما زاد عدد النبضات زادت المعلومات التي يتمكن الوطواط من الحصول عليها، ذلك أن ازدياد التردد يمكن الوطواط من اكتشاف أصغر التفاصيل. ويدرك لوطواط الأصوات ذات التردد الذي يتراوح ما بين أقل من ١٠٠ إلى ٢٠٠ ألف تردد في الثانية!

ويقوم الوطواط بإصدار الصوت من خلال الحنجرة، ثم إخراجه عبر الفم وفتحتي الأنف اللتين تتميزان بأشكال عجيبة مختلفة، مثل حدوة الفرس والرمح الثلاثي الشُّعب، أو تتمتعان بالنتوءات والشعاب.

بل هناك بعض أنواع الوطاويط التي تملك زوائد أنفية تساعدها على تركيز الموجات فوق الصوتية في اتجاه ما اعتماداً على الاتجاه الذي يحرك الوطواط رأسه إليه.

تستخدم حيوانات الزبابة أيضاً جهاز تحديد الموقع عن طريق الصدي من خلال إصدار أصوات ذات تردد عالٍ لفترة قصيرة.





تتمتع بعض أنواع الفراشات الليلية حساسية شديدة للموجات فوق الصوتية التي يصدرها أعداؤها. تتمكن تلك الفراشات من سماع الوطواط أثناء اقترابه، فتقوم بمراوغته في اللحظة الأخيرة بأن تغير اتجاهها أو تطوي جناحيها لتسقط على الأرض.

يهبط الوطواط على فريسته متبعاً التعليمات التي يتلقاها من صدى الصوت الناتج عن انعكاس الموجات فوق الصوتية عن كل الأهداف الواقعة في طريقه.
ولكي يتمكن الوطواط من التقاط تلك الأصوات يتمتع بأذنين بالغتي الضخامة تقومان بتكثيف الصدى الواصل إليهما.

اللغة السرية لكل من الأفيال والحيتان

يتواصل كل من الأفيال والحيتان مع أفراد مجتمعيهما باستخدام عالم من الأصوات المجهولة، حتى للإنسان.

إنك بالتأكيد استمعت يوما ما للأصوات الحادة التي تصدرها الأفيال عبر خراطيمها، ولكنها تصدر أيضاً أصواتاً منخفضة للغاية لا يتمكن الإنسان من سماعها. ويطلق على تلك الأصوات (موجات دو سمعية) وتستخدم للاتصال عبر مسافات شاسعة تصل إلى عدة أميال. فعلى سبيل المثال ينادي الذكر أنثاه من أعضاء القطيع على بعد عدة أميال، وتجيبه الأنثى بصرخة أخرى. كما تعمل تلك الأصوات على تجميع أعضاء القطيع الواحد عندما يصدرها الأعضاء المتخلفون عن المجموعة لباقي الأعضاء.

وهناك أيضاً أنواع عديدة من الحيوانات الثديية تتمكن من الاتصال عن طريق الموجات الدوسمعية. وفى البحار تنتقل الموجات الدوسمعية إلى مسافات هائلة.

تنتقل الأصوات بسرعات كبيرة تحت سطح الماء، (نحو ١٥٠٠ متر في الثانية)، لذلك يبلغ معدل سرعة انتقال الصوت تحت الماء أربعة أو خمسة أضعاف سرعته في الهواء. كما أنه يوجد تحت سطح الماء سلسلة من (القنوات) تتكون في درجات حرارة وضغط مختلفة تسمح للأصوات بالمرور عبرها دون تشتت أو امتصاص.

وبفضل كل تلك العوامل تتمكن صيحات الحيتان من الرحيل مئات الأميال تحت سطح الماء حتى تصل إلى الحيتان الأخرى.

وفي الماضي كانت صيحات الحيتان تتمكن من الرحيل مسافات مذهلة تحت سطح مياه المحيطات، ولكن اليوم لم يعد هذا ممكناً بسبب الأصوات والضوضاء الناجمة عن الملاحة الحديثة.

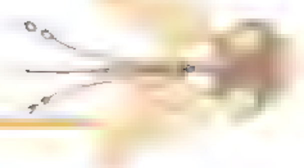
تحيي الأفيال بعضها البعض بألحان من الموجات الدوسمعية، وتكون تلك الأصوات مخفضة كثيرا عن مقدرة الإنسان السمعية.
وأحيانا نتمكن من ملاحظة هذا النوع من الترددات، ولكن لا نستطع سماعها.

تختلف الأصوات التي تقدم الحيتان بإصدارها تبعاً لاختلاف النوع.
وحتى بين أعضاء النوع الوحد تتغير الأصوات من عام إلى عام حتى داخل العائلة الواحدة. إن أغنيات الحيتان مذهلة، فالحوت الأحدب مثلا يصدر أطول الأصوات وأكثرها تعقيدا لدى كل حيوانات العالم القادرة على الغناء.









السمع لدى الحشرات

بالتأكيد إنك سمعت مرة أو أكثر صوت صرير أحد ذكور الصراصير وهو ينادي أنثاه. ولكن كيف يصدر مثل هذا الحيوان الصغير تلك الضوضاء العالية؟

بمقدور الحشرات إصدار وإدراك عدد ضخم من الأصوات المتنوعة التي تعمل على الاتصال فيما بينها، وخصوصا مع الجنس الآخر. وتختلف الأعضاء السمعية للحشرات اختلافاً كبيراً في الشكل، كما أنها توجد على مواضع مختلفة من جسدها. ولا تعمل الأعضاء السمعية لدى الحشرات بالأسلوب نفسه الذي تعمل به آذاننا، حيث إنها تنقل المعلومات على شكل تغيرات في كثافة الصوت ومدته تعرفه

يؤدي ذكر الصرصور لحنه بأن يحك جناحيه معاً لكي يجذب الأنثى، وتقوم الأنثى بتتبع رائحته. ولكن كيف تسمع الأنثى هذا الصرير؟ توجد الأذنان لدى الصراصير تحت ركبتي الساقين الخلفيتين. وتوجد طبلة أذن على سطح عظم الساق الأكبر تحتوي على ما بين ٥٥ و٦٠ خلية سمعية. تسير الألياف العصبية الخارجة من الخلايا السمعية بطول الساق مشكلة حزمة، وهي العصب السمعي. تتمتع غالبية الخلايا السمعية المستقبلة بحساسية قصوى لترددات نداءات الذكر. إذ بينما تحدد الأنثى موقع الذكر المغني تتبع منحنياً على شكل زجزاج يصل إلى الأذن التي تقوم باستقبال أكثر الأصوات حدة في تلك اللحظة.

ترتبط الأذن على أحد جانبي الجسد بالأذن الأخرى الواقعة على الجانب الآخر بأنبوبة شبيهة بالقصبة الهوائية. ونتيجة لذلك يصل ضغط الصوت إلى كل من طبلتي الأذنين عبر طريقين مختلفين ولكن في الوقت نفسه. الطريق المباشر هو السطح الخارجي لطبلتي الأذنين. أما الطريق غير المباشر فيسير عبر القناة الهوائية.



إن قرني الاستشعار اللذين يغطيهما الشعر في هذه الصورة هما أذنا الناموسة. تستخدم الذكور آذانها للتزاوج فقط، لذلك يتخصص قرنا الاستشعار لدى الذكر في جذب طنين جناحي الأنثى عندما تطير على مسافة قريبة.

يبرز جناحان أماميان على
شكل مبردين. عندما يتقابلان
يحك الجناحان بعضهما البعض
ويتذبذبان بتردد يصل إلى نحو
خمسة آلاف ذبذبة في الثانية.





هل شاهدت طوال حياتك أذنا
غريبة الشكل مثل هذه الأذن؟
هذا هو قرن استشعار ذبابة الندى
الذي تستخدمه في التقاط
الأصوات. إذ بمقدور أشواك قرون
الاستشعار اكتشاف الذبذبات.



إشارات صوتية

تتمتع حاسة السمع بأهمية بالغة لدى الحيوانات، بحيث إن لدى العديد من أنواعها أجهزة مختلفة لإصدار الأصوات والضوضاء.

وتوجد أكثر أساليب إصدار الأصوات براعة لدى الحيوانات الفقارية والمفصليات التي تصدر صريراً حاداً، ولكن توجد أيضاً إشارات صوتية بالغة التفرد يمكن إصدارها دون الاحتياج إلى أعضاء خاصة.

فعلى سبيل المثال يتصل العديد من أنواع الحيوانات بعضها بالبعض عن طريق ضرب الأرض أو الماء أو جذوع الأشجار، وحتى الهواء. ويعد نقار الخشب أشهر تلك الأنواع.

وتستخدم حيوانات أخرى أجزاء مختلفة من جسدها لإصدار الصوت. وهذا هو الحال مع العديد من أنواع الحشرات التي تستفيد من ذبذبات أجنحتها في عملية الاتصال. هل سمعت أبداً عن الرقصات التي تؤديها حشرات النحل؟ إذ يستخدم بعض أعضاء النوع الواحد ذبذبات محددة للأجنحة في عملية تبادل المعلومات، سواء من أجل التزاوج أو حماية منطقة النفوذ.

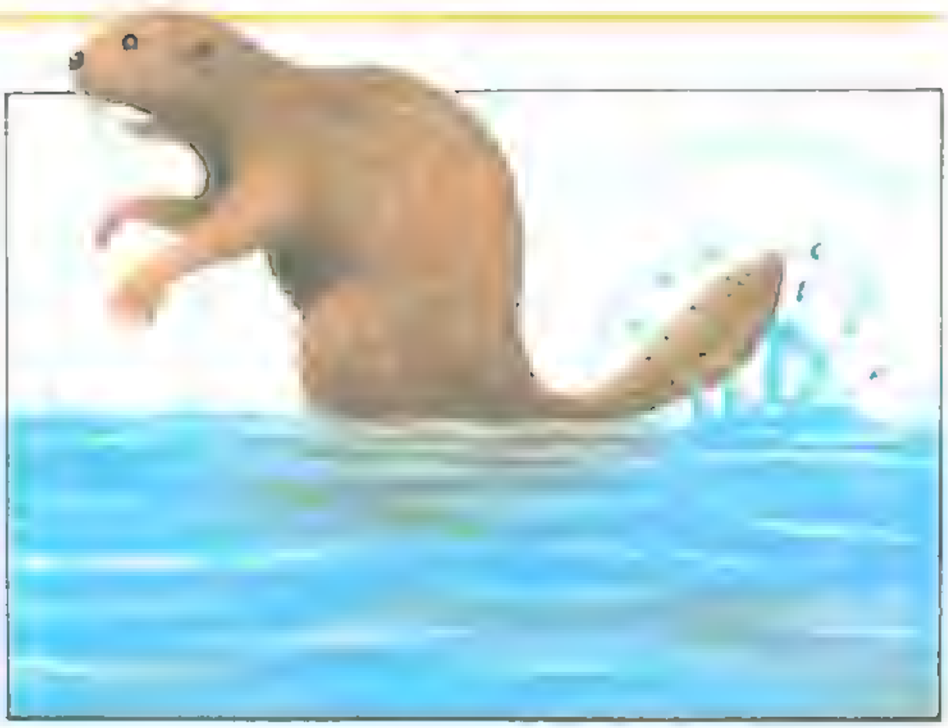
ويمكن إصدار أصوات أخرى عن طريق زفر الهواء سواء من خلال الفتحة الفموية أو البقع التنفسية أو الفتحات الشعبية أو ثقبي الأنف أو فتحة الاست. فالأفعى المرجانية الأمريكية مثلاً عندما تستشعر اقتراب عدو من الأعداء تزفر هواء عبر فتحة الاست، وبذلك تصدر أصواتاً فظة قصيرة مصحوبة بإيماءات تهديد ووعيد. وتثير بعض أساليب إصدار الصوت لدى الحيوانات الدهشة حقا. فبعض الحشرات التي تحيا في جذوع الأشجار الميتة تقوم بدق أسفل جذوع الأشجار بنهايات بطونها. ولكل نوع لحنه المميز.



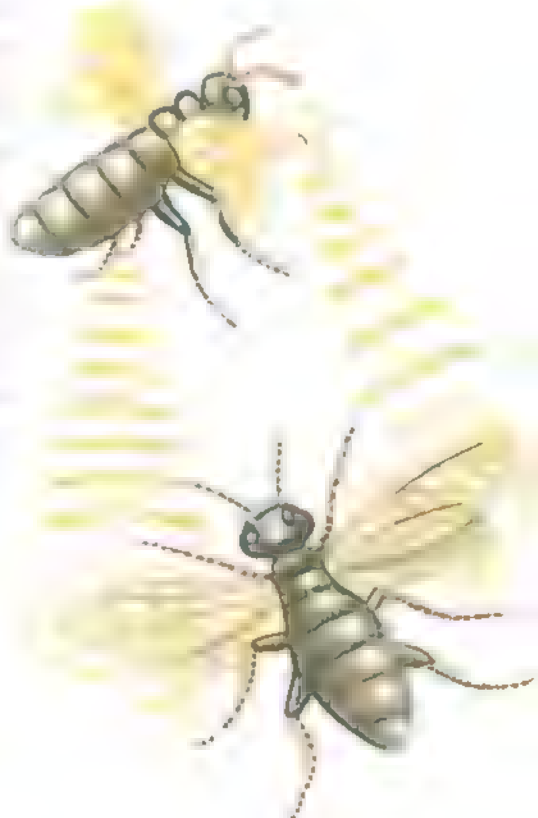
تتصل طيور نقار الخشب بعضها بالبعض عن طريق الدق بقوة على جذوع الأشجار، يساعدها في ذلك شكل انقار وتركيب الجمجمة اللذين هياهما الله تعالى لتحمل النقر القوي المتكرر. ويتصف كل من مدة النقر واللحن الناتج عنه بالتميز الشديد.

لو أنك أغمضت عينيك في حجرة ما وصرخت عالياً، فمن المفترض أنك تستطيع استنتاج حجم الحجرة بالتقريب عن طريق صدى الصوت. وتلك الحاسة متوافرة لدى الفئران إلى حد كبير؛ إذ عندما يتعين عليها القفز تصدر صرخة عالية لكي تحسب المسافة بينها وبين النقطة المراد الوصول إليها، بفضل صدى الصوت.





يقوم حيوان القندس بتحذير مستعمرته باكملها من الخطر عن طريق ضرب ذيله الغريب بشدة في الماء.



تهز بعض حشرات أجنحتها من أجل الاتصال . ومدى النحل تكون تلك الاهتزازات مصحوبة برقصات لتبادل الرسائل الخاصة ببعض المعلومات مثل مكان الغذاء.



تقوم جيوش النمل الأبيض بضرب أسفل جذع الشجرة الموجود بها بيت النمل لتحذر باقي أعضاء المستعمرة من اقتراب عدو ما.

سونار الدلفين

إن الإرشاد الصوتي مفيد للغاية لتلك الحيوانات النشطة ليلاً، وللحيوانات المستوطنة للمياه العميقة أو العكرة أيضاً .

عندما تسبح الدلافين أو الحيتان على أعماق سحيقة لا يتخللها الضوء، أو عندما تسبح ليلا تستخدم جهازا دقيقا لتحديد موقع الأشياء عن طريق صدى الصوت من أجل العثور على الغذاء، واجتناب الاصطدام بالأشياء أو بقاع البحر.

تتمتع الدلافين بقدرة خارقة على إصدار واستقبال أصوات ذات ترددات تتراوح بين عدة عشرات و ١٠٠ ألف تردد في الثانية.

تقوم الدلافين بإصدار نوعين من الأصوات: صفارات تستخدم في الاتصال والحديث مع الرفاق، وموجات فوق صوتية تستخدم في تحديد الاتجاه. وأثناء السباحة العادية، عندما لا يوجد شيء ذو أهمية بالقرب من الدلفين، يقوم بإصدار إشارات صوتية منتظمة ومنخفضة التردد تمده بالمعلومات حول البيئة المحيطة، وتحدد موضع الشاطئ، ونوع قاع البحر ومدى عمقه.

كلما استقبل الدلفين صدى جديداً للصوت، يتلقى مزيداً من المعلومات: كم يبعد الهدف؟ وما اتجاهه؟ وهل هو سمكة قرش؟ ثم يقوم بإصدار سلسلة من الطقطقات المختلفة ذات الترددات المتزايدة التي يحصل من خلال صداها على المعلومات المطلوبة. وكلما اقترب الدلفين من الهدف قام بإصدار مزيد من الإشارات، حيث يتلقى في المقابل مزيدا من المعلومات التفصيلية. وخلال هذه العملية تتتابع الطقطقات بشكل سريع ومتلاحق (كليك كليك كليك كليك).

إن الاختلاف بين كثافة وسرعة تردد الصوت الصادر عن الدلفين والصوت المنعكس على شكل صدى، وأيضا الزمن الذي يستغرقه الصدى في ارتداده يوفران صورة تفصيلية للدلفين عن العالم المحيط به.





يتمتع سونار الدلفين بدقة فائقة أكثر من سونار الفقمة (عجل البحر)؛ إذ بإمكانه استخدام مجال من التردد يتراوح بين ٧٥٠ و٣٠٠ ألف ذبذبة في الثانية!





الأشكال الغريبة للأذن الخارجية

يوجد في عالم الحيوان بعض أشكال الأذن البالغة الغرابة.

تتمتع الثدييات وحدها بوجود أذن خارجية حقيقية تقوم بالتقاط وتوجيه الموجات الصوتية في اتجاه القناة السمعية الداخلية، وهي ما تعرف بصوان الأذن.

وتوجد لدى بعض أنواع الطيور أعراف من الريش قريبة من فتحات خارجية متصلة بالهواء تؤدي وظيفة مشابهة للأذن، ولكنها ليست آذانًا حقيقية.

وتختلف الآذان الخارجية من حيث شكلها وحجمها تبعًا لكل نوع، فبعض الثدييات البحرية ليس لها آذان خارجية البتة، وتوجد لدى الحيوانات صمامات خاصة لاعتراض مرور الماء للقنوات السمعية. وكذلك فإن للحيوانات التي تحيا تحت سطح الأرض آذانا متقلصة للغاية، بل ليس لبعضها آذان خارجية مطلقا؛ حتى لا تعوقها عن الحركة داخل الممرات الضيقة التي تعيش فيها؛ مع احتكاكها بالجدران.

وهناك أنواع أخرى من الحيوانات التي يعتمد بقاؤها حية على وجود الآذان الخارجية سواء ساعدتها في عملية الصيد والغذاء. أو في حمايتها من اصطياد الحيوانات الأخرى لها.

تتمتع هذه الأنواع من الحيوانات بآذان خارجية ضخمة مقارنة بأجسادها الضئيلة الحجم.

ولا تتحرك الأذن الخارجية لدى بعض أنواع الحيوانات، أو تتحرك بصعوبة بالغة. ولكن هناك أنواعاً أخرى قادرة على تحريك الأذن الخارجية من أجل توجيهها بدقة في الاتجاه الذي يصدر منه الصوت.



تتمتع الوطاويط بآذان بالغة الغرابة؛ حيث تتخصص في التقاط صدى الموجات فوق الصوتية التي تصدرها. وفي بعض الأنواع يبلغ حجم الأذن حجم جسد الحيوان نفسه.



يتمكن الثعلب الصحراوي الصغير (الفنك) من اكتشاف أضعف الأصوات بفضل ضخامة حجم أذنيه.



حجم الأذنين لدى سبع البحر صغير؛ حيث إنهما تتسببان في إزعاجه؛ نظرًا لحياته تحت سطح الماء. ولا يستخدم الفيل أذنيه البالغتي الضخامة في السمع فحسب، بل في تلطيف درجة حرارة الجسد أيضاً.





هل لفت نظرك مرة أذنا فرس النهر؟ إنهما بالغتا الصغر، ولكنهما قادرتان على الحركة إلى حد كبير.





يتميز وجه البومة بخصوصية شديدة؛ فهو عريض ومستدير ومغطى بطبقات من الريش السميك الصلب المصفوف في خطوط متلاصقة. مكونة سطحاً يعكس الأصوات ذات التردد العالي بكفاءة شديدة.

السمع لدى الطيور الليلية

تعتمد الحيوانات التي تحيا حياة ليلية اعتماداً شبه تام على حاسة السمع في الصيد والبقاء على قيد الحياة.

تتمتع الحيوانات المفترسة التي تقوم بعملية الصيد في الظلام بقدرة فائقة على تحديد مكان مصدر الصوت. فالبومة ـ المعروفة لنا ـ بمقدروها تحديد موقع فريستها حتى في الظلام الدامس بمجرد استخدام حاسة السمع بخطأ لا يتجاوز درجة واحدة رأسيا وأفقيا.

إذ تمتلك البومة جهازاً سمعياً على قدر كبير من الخصوصية، بمقدوره تمييز أدق الاختلافات بين تلك الأصوات التي تصل إلى أذنها اليسرى والأصوات التي تصل إلى أذنها اليمنى. إذ تقع كل أذن على مسافة مختلفة من مصدر الصوت، لذا تصل الموجات الصوتية في وقتين مختلفين اختلافا طفيفا للغاية.

تعتمد حاسة السمع لدى البومة على قناتين تسيران من مقدمة الرأس إلى الفك السفلي. ويصل طول كل منهما إلى أربع بوصات وعرضها بوصة واحدة. وتشبه كل قناة في شكلها تلك الموجودة في الأذن الخارجية للإنسان، بل تؤدي الوظيفة نفسها أيضاً؛ إذ تستقبل الأصوات ذات التردد العالي وتنقلها إلى القنوات السمعية الداخلية.

وأثناء الهجوم توجه البومة مخالبها إلى الهدف قبل الهبوط الأخير. وهذا يوضح أنها قادرة على اكتشاف أقل التغيرات في مصدر الصوت الذي تستنتج عن طريقه الاتجاه الذي تتحرك إليه الفريسة.





تتمتع الحيوانات من فصيلة السنوريات والحيوانات الأخرى التي تقوم بعملية الصيد ليلا بحاسة سمع فائقة القدرة.



يتعين على الطيور الليلية الجارحة اكتشاف فئران الحقل عن طريق صوت طقطقة الأغصان، أو خشخشات خفيفة الدقة على خطواتهم فوق الجليد أو العشب. وإذا ما رغبت بومة ما في اصطياد فريستها فإن عليها أن تحدد من موقعها في الهواء مكان الفريسة والزاوية التي يجب أن تهوي بها على ضحيتها





حاسة التوازن

يتمتع العديد من أنواع الحيوانات بحساسية للجاذبية الأرضية تمدها بمعلومات مفيدة عما فوقها وما تحتها.

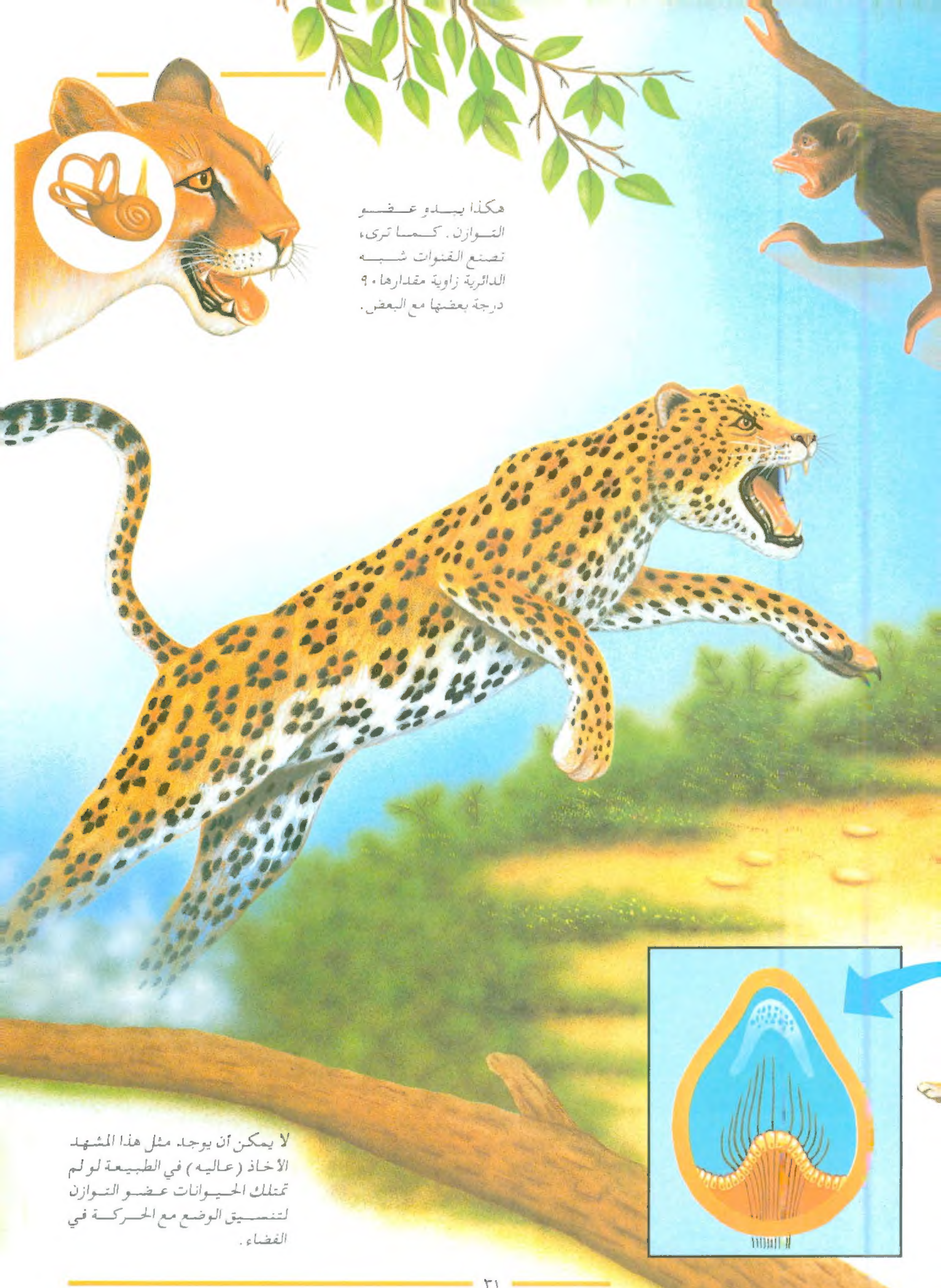
بالنسبة للحيوانات الفقارية تكون القنوات شبه الدائرية المتصلة بالأذن الداخلية هي الأعضاء المسئولة عن التوازن. وعلى أية حال فإن بمقدورها أيضاً الحصول على معلومات خاصة بوضع الجسد عن طريق خلايا حساسة منتشرة في جميع أجزاء الجسد. ويتكون عضو التوازن من ثلاث قنوات شبه دائرية تتخذ موضعاً يتفق مع أبعاد الفضاء الثلاثة، حيث إنها توجد على ثلاثة مستويات مختلفة بحيث تكون زوايا قائمة بعضها مع البعض. وتتصل تلك القنوات بقُربية الأذن الباطنة، وتوجد على نهاياتها كتلة على شكل كيس يطلق عليها الزجاجة. يوجد داخل الأكياس والقنوات خلايا دقيقة حساسة ذات أهداب. وتوجد فوق الأهداب مادة جيلاتينية تحتوي على جزيئات صغيرة يطلق عليها «الحُصَيَّة الأذنية» تلقي بثقلها على الأهداب تبعاً لوضع الرأس.

تقوم تلك الخلايا بإرسال سيل متدفق من المعلومات حول وضع الجسد. وبفضلها تتمكن الحيوانات الفقارية من الحركة والسير والقفز دون أن تفقد اتزانها.

وأحياناً، عندما تكون حركة الجسد شديدة أو غير متوقعة لا تتمكن الخلايا من إرسال المعلومات وتفسيرها بالسرعة الكافية، ولذلك يتعثر الحيوان أو يقع.



عندما يزيد الحيوان من سرعته يبدأ السائل الموجود داخل القنوات في الحركة، مما يؤدي إلى ميل الأهداب تبعاً لاتجاه الطريق الذي يسلكه الحيوان ومدى زيادة السرعة.



هكذا يبدو عضو التوازن. كما ترى، تصنع القنوات شبه الدائرية زاوية مقدارها ٩٠ درجة بعضها مع البعض.

لا يمكن أن يوجد مثل هذا المشهد الأخاذ (عاليه) في الطبيعة لو لم تمتلك الحيوانات عضو التوازن لتنسيق الوضع مع الحركة في الفضاء.

المفردات الصعبة

تحديد الموقع من خلال صدى الصوت: هي عملية يلجأ إليها كل من الوطاويط والدلفين لتحديد المسافات أو الأهداف المختفية مثل الفرائس عن طريق الموجات الصوتية المنعكسة إلى الحيوان.

الحيوانات الفقارية: هي الحيوانات ذات الهيكل العظمي الذي يدعمه عمود فقري.

الخط الجانبي: هي قناة ممتدة بطول جانب السمكة تحتوي على مسام تنفتح على قنوات بها خلايا حساسة للترددات المنخفضة.

الصرير: ضوضاء حادة يصدرها ذكور الحشرات من خلال حك تركيبات جسدية خاصة.

الكتل العصبية: هي الخلايا الحساسة الموجودة في الخط الجانبي للسمكة، ووظيفتها اكتشاف ضغط الموجات الناتجة عن تحرك المياه المحيطة.

المثانة الهوائية: كيس غشائي مملوء بالغاز. وتوجد داخل جسد السمكة، ووظيفتها الحفاظ على توازن السمكة.

الموجات الدو صوتية: ذبذبات ذات تردد أقل من مدى سمع الإنسان.

الموجات فوق الصوتية: ذبذبات ذات تردد أعلى من مدى سمع الإنسان.

حاسة السمع

كيف تصطاد الوطاويط بواسطة حاسة السمع؟ كيف تتمكن الأسماك من سماع الأصوات بدون أذان؟

هل تتصل الدلافين بعضها بالبعض عن طريق إصدار أصوات لا يتمكن الإنسان من سماعها؟ توجد الإجابات المذهلة عن هذه التساؤلات وأيضاً توضيح كيفية إدراك الحيوانات للعالم المحيط في كتاب (حاسة السمع).

تصور هذه المجموعة من الكتب الحواس الخمس في عالم الحيوان بما تحتويه من رسومات حية للحيوانات في أوضاع من العسير بل من المستحيل تصويرها بالكاميرا.

توجد أجزاء أخرى من مجموعة (الحواس الخمس في عالم الحيوان) وهي:

الإبصار

الشم

التذوق

اللمس

98030600028

